

教育部「5G行動寬頻人才培育跨校教學聯盟計畫」  
5G行動網路協定與核網技術聯盟中心

**Mobile Edge Computing: 行動邊緣計算**

**實驗單元-03：VoD Streaming 資料串流實驗**

授課教師：萬欽德

授課助教：林鴻章

國立高雄科技大學 電腦與通訊工程系

# Outline

- 實驗目的及實驗內容
- 實驗環境
- 平台安裝需求
- Cloud與Edge伺服器的通訊協定
- Cloud、Edge程式碼修改
- VoD Streaming資料串流實驗執行
- 附錄

# 實驗目的

- 使用 MEC 平台實作多媒體影音串流的 Service Migration。
- 使用 UE 與網頁伺服器測試影音串流的特性。

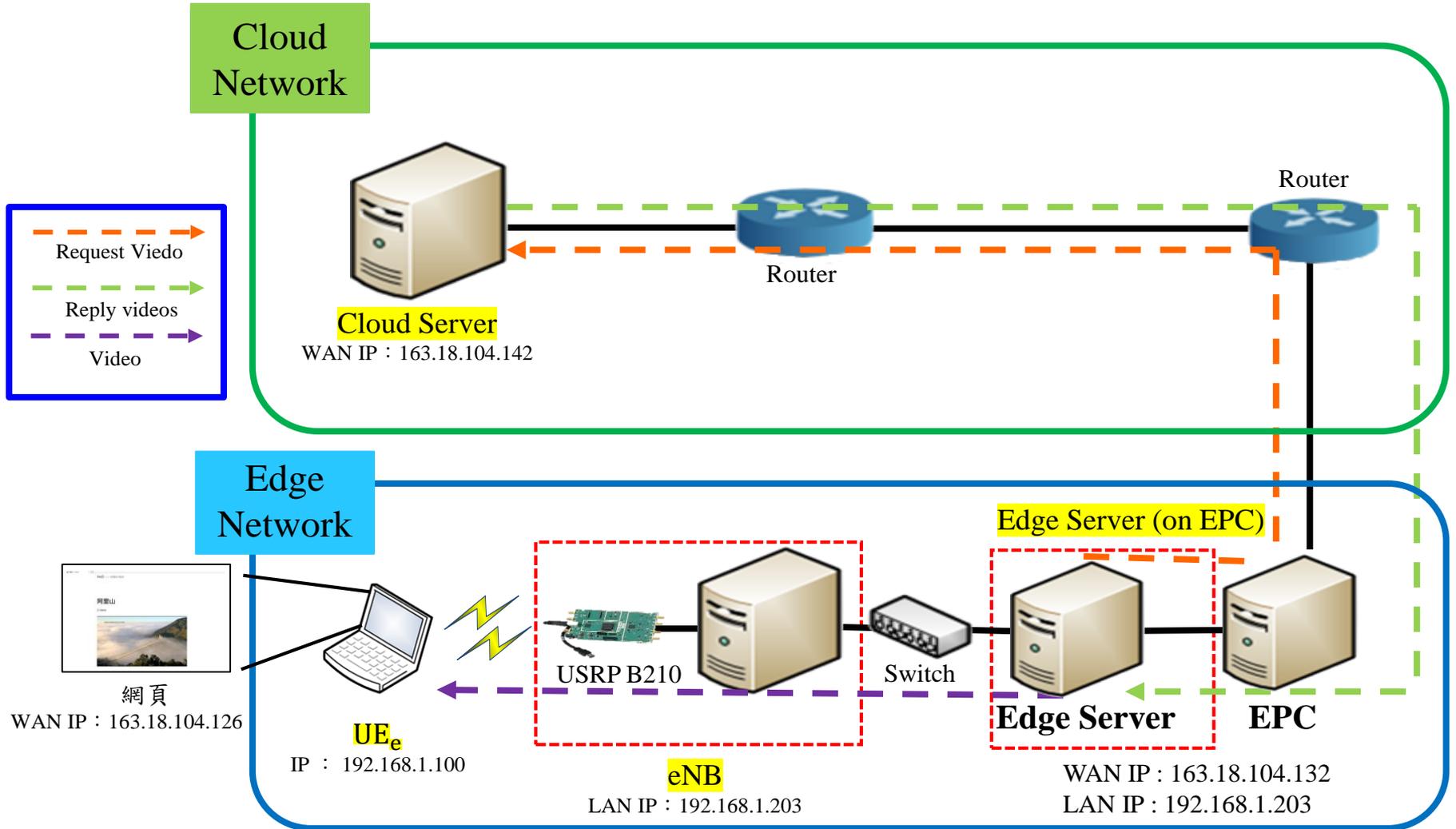
# 實驗內容

- 了解Cloud與Edge的影音串流通訊協定
- VoD Streaming 資料串流實驗

# Outline

- 實驗目的及實驗內容
- 實驗環境
- 平台安裝需求
- Cloud與Edge伺服器的通訊協定
- Cloud、Edge程式碼修改
- VoD Streaming資料串流實驗執行
- 附錄

# 實驗架構



# 實驗設備-硬體(1/2)\*

名稱	硬體	數量	目的
Cloud Server	CPU : i7-6500U RAM : 8 GB HDD : 1 TB	1台	儲存影片
	Ethernet Network PCIE Card	1個	連接WAN (for Internet)
Edge Server	CPU : i7-8559U RAM : 8 GB HDD : 1 TB	1台	將Cloud Server的熱門影片， 傳送至Edge Server
	Ethernet Network PCIE Card	1個	連接WAN (for Internet)
	RJ45外接網卡 (USB)	1個	連接LAN (for eNB)
eNB	CPU : i7-8559U RAM : 8 GB HDD : 1 TB	1台	eNodeB基地台
	Ethernet Network PCIE Card	1個	連接EPC的LAN
	USRP B210	1片	接收 eNB 封包資料，轉成 LTE訊號發送
	VERT2450 Antenna	2支	收發 LTE Band 7 (2600 MHz) 訊號
	USB 3.0 cable	1條	連接 eNB 與 USRP B210

# 實驗設備-硬體(2/2)

名稱	硬體	數量	目的
Web Server	CPU : i5-3470 RAM : 8 GB HDD : 500 GB	1台	提供UE到網站上觀看Cloud Server 與 Edge Server的影片
	Ethernet Network PCIE Card	1個	連接WAN (for Internet)
UE	CPU : i7-9750H RAM : 8 GB SSD : 256 GB	1台	連接eNB
	4G Dongle	1個	提供電腦使用行動網路
	LTE SIM卡	1張	提供UE使用，跟EPC註冊
Switch	4-port switch (legacy)	1台	LAN互相連接
RJ45雙絞線	RJ45雙邊接頭的CAT 5e網路線	5條	Edge*2條、eNB*1條 Cloud*1條、Web Server*1條

# 實驗設備-軟體

名稱	軟體	版本
Cloud Server	OS : Ubuntu	16.04 LTS
	Nginx	1.5.0
	C語言	5.4.0
Edge Server	OS : Ubuntu	16.04 LTS
	OAI-EPC	<a href="https://gitlab.eurecom.fr/oai/openair-cn.git">https://gitlab.eurecom.fr/oai/openair-cn.git</a> (發布日期:2017/3/31)
	Nginx	1.5.0
	C語言	5.4.0
eNB	OS : Ubuntu	16.04 LTS
	OAI-eNB	<a href="https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/tree/17b9a9e917ce2a3a8c7004c7b9a221c350ddf17">https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/tree/17b9a9e917ce2a3a8c7004c7b9a221c350ddf17</a> (發布日期:2015/8/8)
Web Server	OS : Windows 10	1909
	WampServer	3.2.0
	WordPress	5.4.2
UE	OS : Windows 10	1909
	VLC	2.2.4

# Outline

- 實驗目的及實驗內容
- 實驗環境
- 平台安裝需求
- Cloud與Edge伺服器的通訊協定
- Cloud、Edge程式碼修改
- VoD Streaming資料串流實驗執行
- 附錄

# Cloud Server 安裝需求

- Cloud Server的安裝需求(ubuntu 16.04)
  - 1.Video Streaming Server 安裝
    - Nginx，請參考實驗單元-02
  2. TCP/UDP Socket 安裝
    - C語言，請參考實驗單元-02
  - 3.Cloud程式碼
    - 程式碼請參考附錄下載

# Edge Server 安裝需求

- Edge Server的安裝需求(ubuntu 16.04)
  - 1.Video Streaming Server 安裝
    - Nginx，請參考實驗單元-02
  2. TCP/UDP Socket 安裝
    - C語言，請參考實驗單元-02
  3. Radio Access Network 安裝
    - OAI-LTE，請參考實驗單元-02
  4. Edge程式碼
    - 程式碼請參考附錄下載

# 其他的安裝需求

- UE的安裝需求(windows 10)
  1. 影片瀏覽
    - VLC，請參考實驗單元-01
- Web Server的安裝需求(windows 10)
  1. 網頁伺服器
    - Wamp Server、WordPress，請參考實驗單元-01

# Outline

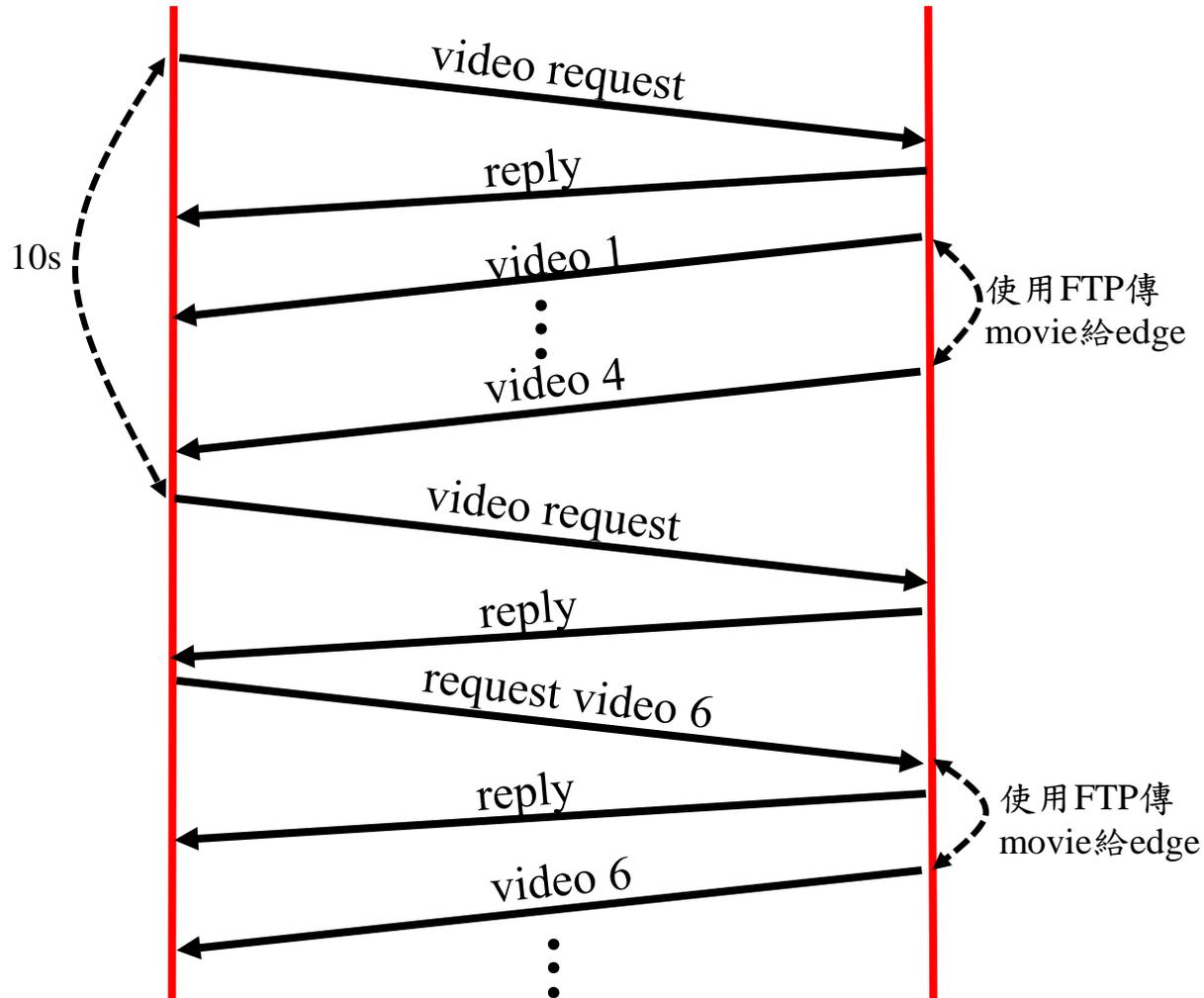
- 實驗目的及實驗內容
- 實驗環境
- 平台安裝需求
- Cloud與Edge伺服器的通訊協定
- Cloud、Edge程式碼修改
- VoD Streaming資料串流實驗執行
- 附錄

# Cloud與Edge伺服器的通訊協定 (1)

- Edge Server使用UDP socket定期傳送要求熱門影片訊息給Cloud server。
- Cloud Server與Edge Server之間使用TCP Socket來傳遞影片檔案。

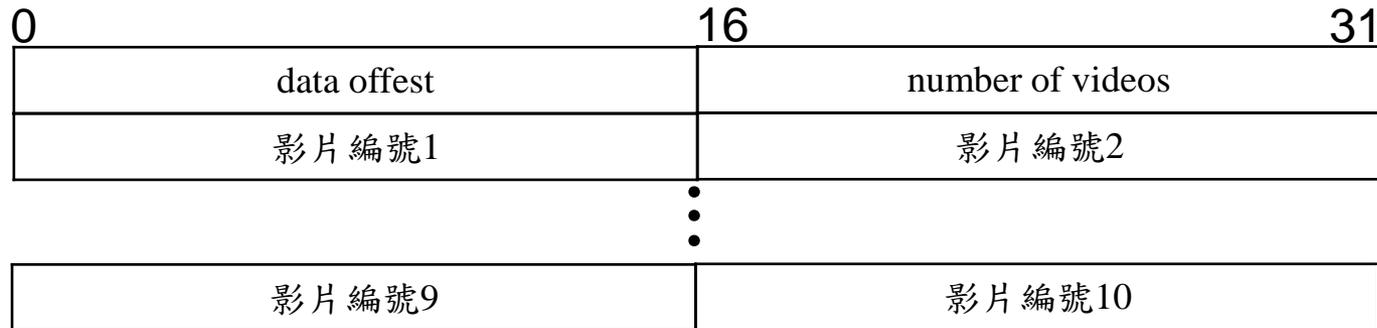
# Cloud與Edge伺服器的通訊協定(2)

Edge server UDP socket cloud server

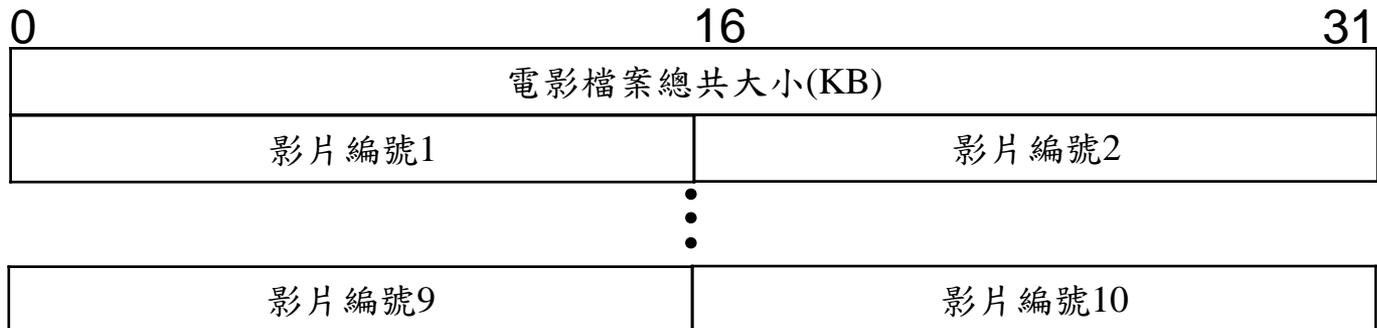


# Cloud與Edge伺服器的通訊協定(3)

**video request format:**



**reply format:**



# Cloud與Edge伺服器的通訊協定(4)

- Cloud Server (Server端)

```
if (fd = open(file[a-1].name, O_RDONLY)) < 0
{
    printf("Open file Error!\n");
    buffer[0] = 'N';
    if (write(sockfd, buffer, N) < 0)
    {
        printf("Write Error! At commd_get 1\n");
        exit(1);
    }
    return;
}

buffer[0]='Y';
if (write(sockfd, buffer, N) < 0)
{
    printf("Write Error! At commd_get 2!\n");
    close(fd);
    exit(1);
}

while ((nbytes = read(fd, buffer, N)) > 0)
{
    if (write(sockfd, buffer, nbytes) < 0)
    {
        printf("Write Error! At commd_get 3!\n");
        close(fd);
        exit(1);
    }
}

close(fd);
close(sockfd);
```

Server端:

1. 以open函數開起所要傳送的檔案
2. 從fd指向的檔案中讀取N個位元組資料
3. 從buffer中讀取nbytes位元組資料，並用write函數傳送

# Cloud與Edge伺服器的通訊協定(5)

- Edge Server (Client端)

```
if ((fd = open(inputbuffer, O_WRONLY | O_CREAT | O_TRUNC, 0644)) < 0)
{
    printf("Open Error!\n");
    exit(1);
}
while ((nbytes = read(sockfd, buffer, N)) > 0)
{
    if (write(fd, buffer, nbytes) < 0)
    {
        printf("Write Error!At commd_get 2");
    }
}

close(fd);
close(sockfd);
```

client端:

1. 用open函數建立一個檔案，檔案地址從server端獲取
2. read函數獲取N位元組資料放入buffer中
3. write函數將buffer中的內容讀取出來寫入fd所指向的檔案

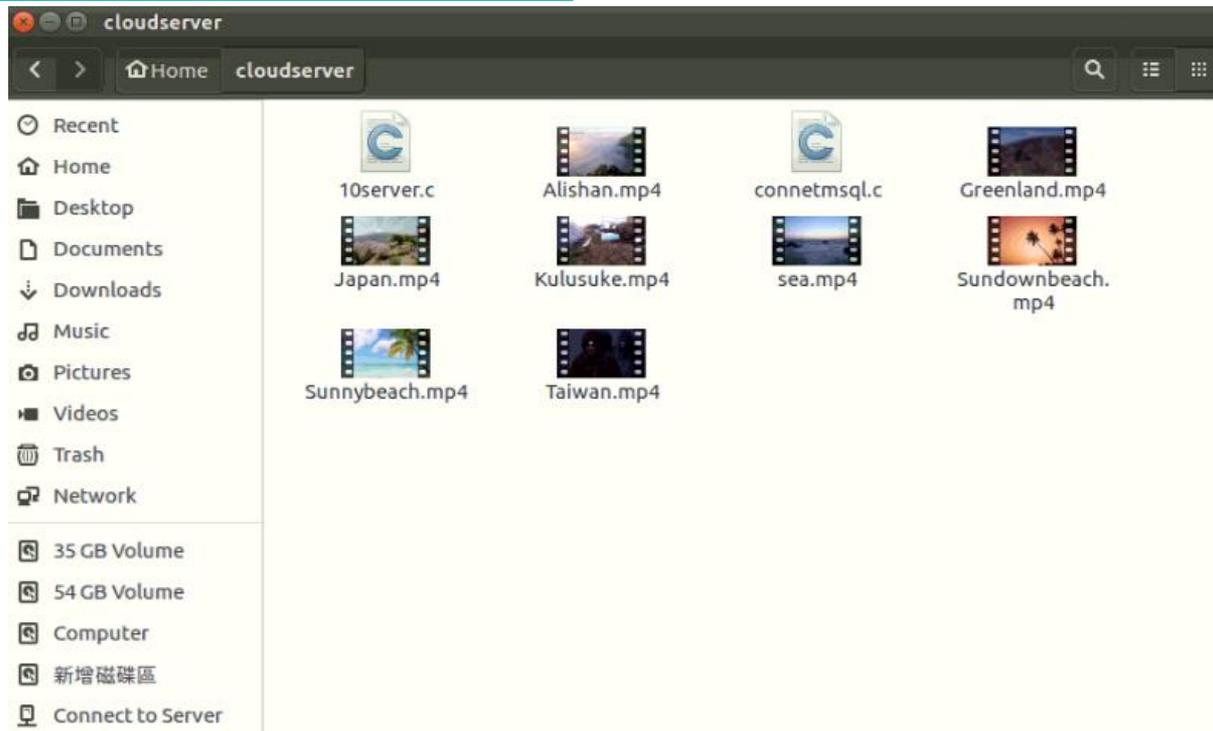
# Outline

- 實驗目的及實驗內容
- 實驗環境
- 平台安裝需求
- Cloud與Edge伺服器的通訊協定
- Cloud、Edge程式碼修改
- VoD Streaming資料串流實驗執行
- 附錄

# Cloud Server 安裝

# Cloud Server 程式下載

- 將cloudserver.zip下載，解壓縮後放到home目錄下
- 網址：<https://drive.google.com/drive/folders/1RJ7cxJgYCAKW158kR-qxVLkhW8TsXNiM?usp=sharing>



# 設定nginx

- 在終端機輸入  
`sudo gedit /usr/local/nginx/conf/nginx.conf`
- 將程式碼更改成下圖



```
worker_processes 2;
events {
    worker_connections 1024;
}
rtmp {
    server {
        listen 1935;
        chunk_size 4000;

        application myapp {
            live on;
        }

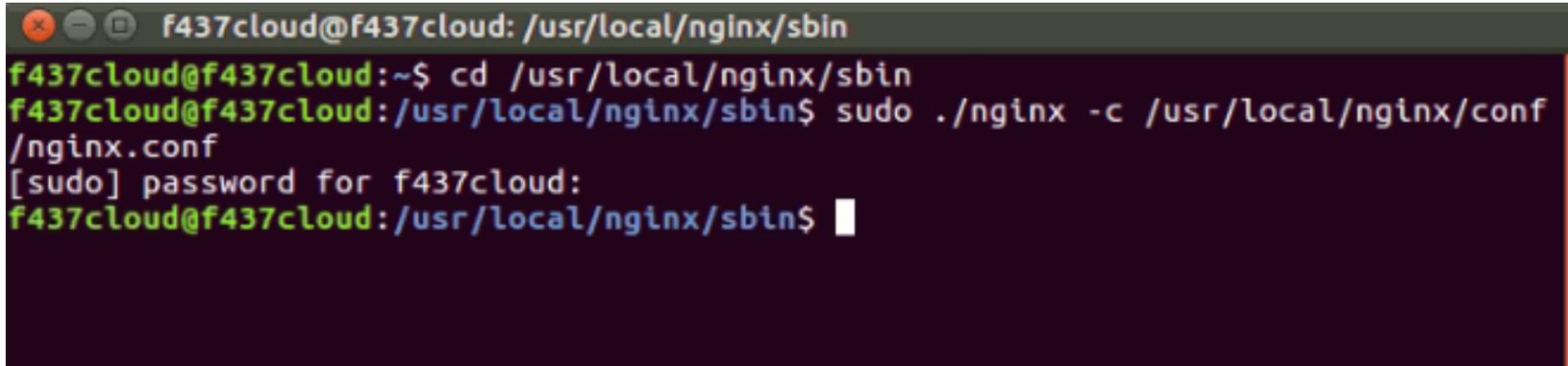
        application vod {
            play /home/f437cloud/cloudserver;
        }
    }
}
```

Cloud Server影片播放位置

# 開啟nginx

在終端機輸入

- `cd /usr/local/nginx/sbin`
- `sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf`



```
f437cloud@f437cloud: /usr/local/nginx/sbin
f437cloud@f437cloud:~$ cd /usr/local/nginx/sbin
f437cloud@f437cloud:/usr/local/nginx/sbin$ sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf
[sudo] password for f437cloud:
f437cloud@f437cloud:/usr/local/nginx/sbin$
```

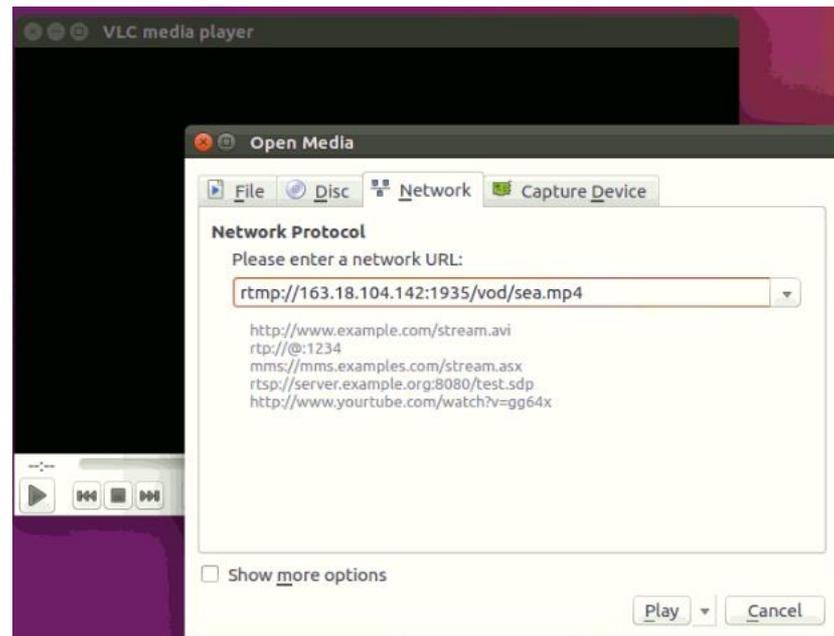
# 使用VLC觀看 (1)

- 安裝VLC
- 在終端機輸入
- `sudo apt-get install vlc`

```
f437cloud@f437cloud: ~  
f437cloud@f437cloud:~$ sudo apt-get install vlc  
[sudo] password for f437cloud:  
f437  
Sorry, try again.  
[sudo] password for f437cloud:  
Reading package lists... Done  
building dependency tree  
Reading state information... Done  
vlc is already the newest version (2.2.2-Subuntu0.16.04.4).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 30 not upgraded.  
f437cloud@f437cloud:~$
```

# 使用 VLC 觀看 (2)

- 開啟 VLC，輸入cloudserver影片位址，測試是否能成功觀看
- `rtmp://163.18.104.142:1935/vod/sea.mp4` 選擇的影片



# 使用VLC觀看 (3)

- VLC成功觀看畫面



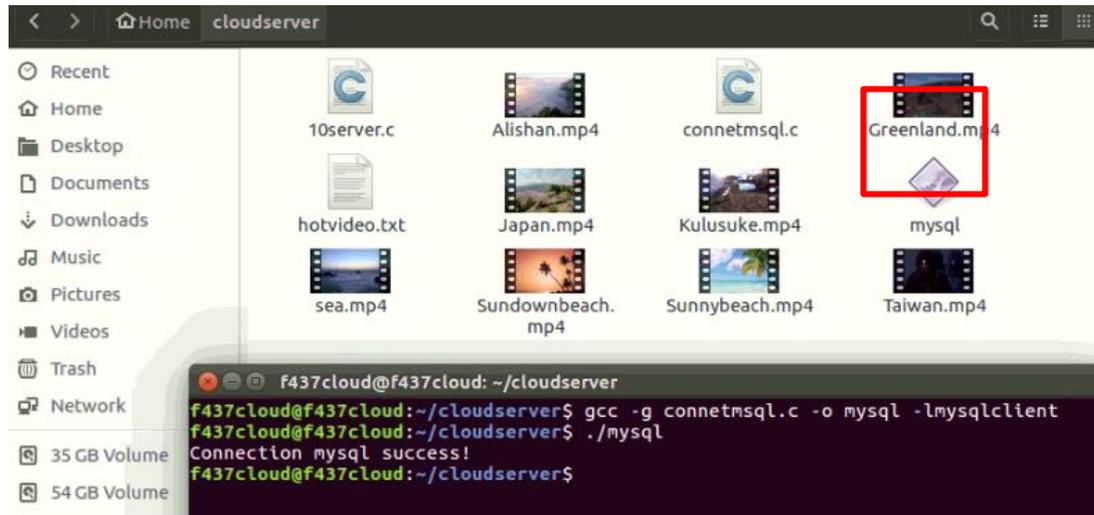
# 修改 connetmysql.c 程式碼

- 將mysql\_real\_connect函式
- 更改IP、使用者、密碼，對應資料庫遠端的設定

```
22 //進行實際連線
23 //引數 conn連線控制代碼, host_mysql所在的主機或地址, user使用者名稱, passwd密碼, database_name資料庫名, 後面的都是預設
24 conn = mysql_real_connect(conn, "163.18.104.126", "root", "rootf437", "hotvideo", 0, NULL, 0);
25 if (conn) {
26 printf("Connection mysql success!\n");
27 } else {
28 printf("Connection failed!\n");
29 }
30 mysql_query(conn, "set names gbk");//防止亂碼。設定和資料庫的編碼一致就不會亂碼
31 res = mysql_query(conn, sql);//正確返回0
32 if(res) {
33 perror("my_query");
```

# 編譯 connetmysql.c

- 編譯connetmysql.c，並產生mysql執行檔
  - 在終端機輸入
  - gcc -g connetmysql.c -o mysql -lmysqlclient
  - 執行./mysql時出現Connection mysql success!，代表成功
- ※要開啟Web Server才能成功連線



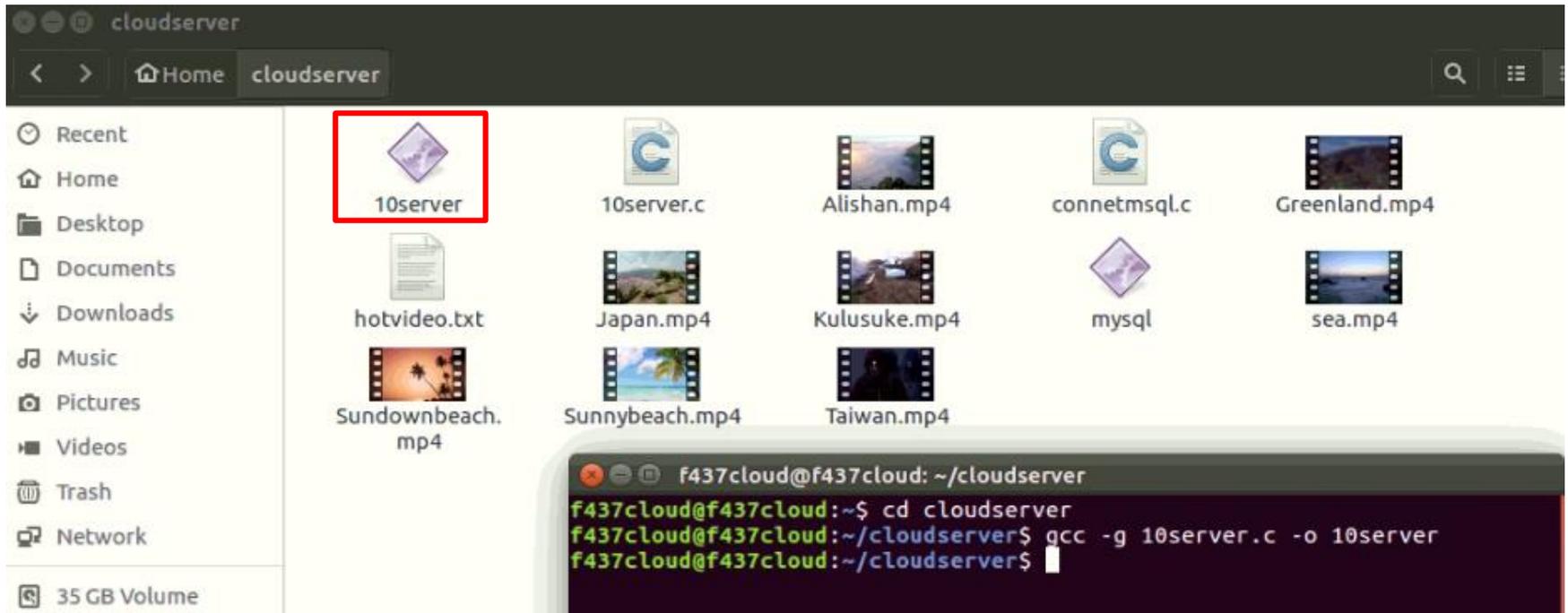
# 修改 10server.c 程式碼

- 更改成自己的mysql執行檔的路徑

```
85         else{
86             system("/home/f437cloud/cloudserver/mysql");
87             fpr=fopen("hotvideo.txt","r");
88             for(int i=0;i<4;i++)
89             {
90                 fscanf(fpr,"%d",&input);
91                 update[i]=input;
92                 totalsize=totalsize+file_size2(file[input].name);
93             }
94             fclose(fpr);
95         }
```

# 編譯 10server.c

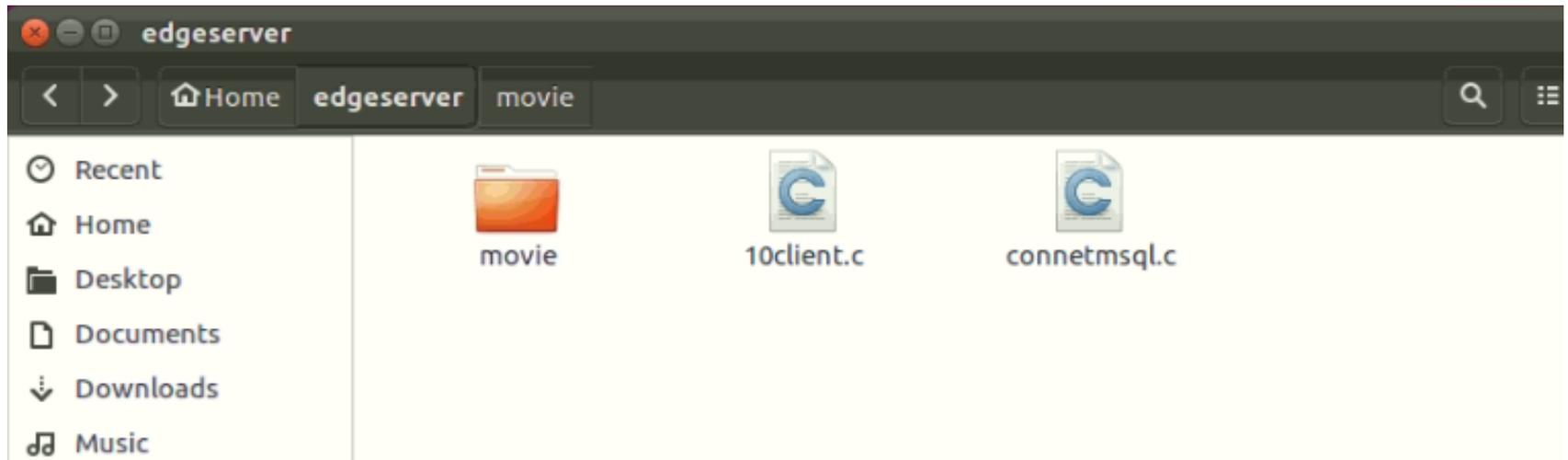
- 在終端機輸入
- `gcc -g 10server.c -o 10server`



# Edge Server 安裝

# Edge Server 程式下載

- 將edgeserver.zip下載，解壓縮後放到home目錄下
- 網址：<https://drive.google.com/drive/folders/1RJ7cxJgYCAKW158kR-qxVLkhW8TsXNiM?usp=sharing>



# 設定nginx

- 在終端機輸入  
`sudo gedit /usr/local/nginx/conf/nginx.conf`
- 將程式碼更改成下圖



```
worker_processes 2;
events {
    worker_connections 1024;
}
rtmp {
    server {
        listen 1935;
        chunk_size 4000;

        application myapp {
            live on;
        }

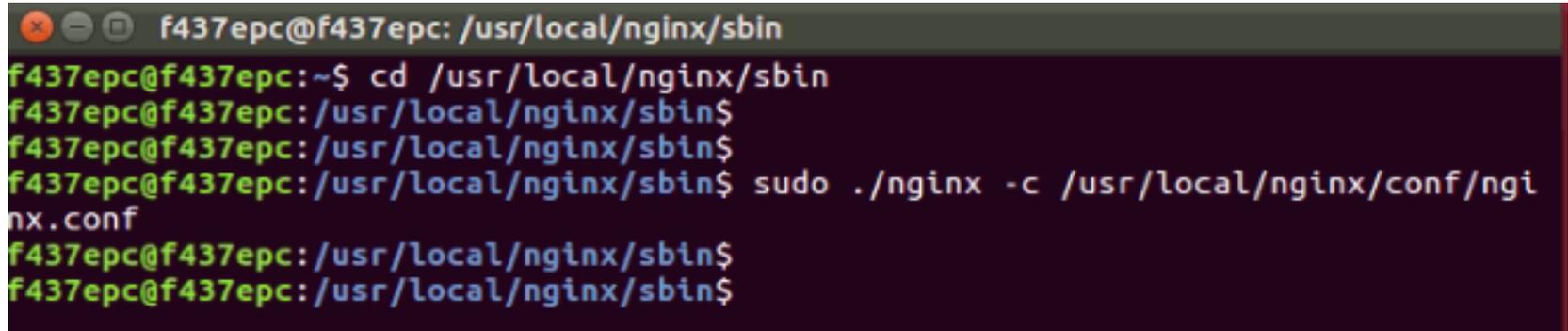
        application vod {
            play /home/f437epc/edgeserver/movie
        }
    }
}
```

Edge Server影片播放位置

# 開啟nginx

在終端機輸入

- `cd /usr/local/nginx/sbin`
- `sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf`

A terminal window with a dark background and light text. The window title is 'f437epc@f437epc: /usr/local/nginx/sbin'. The terminal shows the following sequence of commands and prompts:

```
f437epc@f437epc:~$ cd /usr/local/nginx/sbin
f437epc@f437epc:/usr/local/nginx/sbin$
f437epc@f437epc:/usr/local/nginx/sbin$
f437epc@f437epc:/usr/local/nginx/sbin$ sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf
f437epc@f437epc:/usr/local/nginx/sbin$
f437epc@f437epc:/usr/local/nginx/sbin$
```

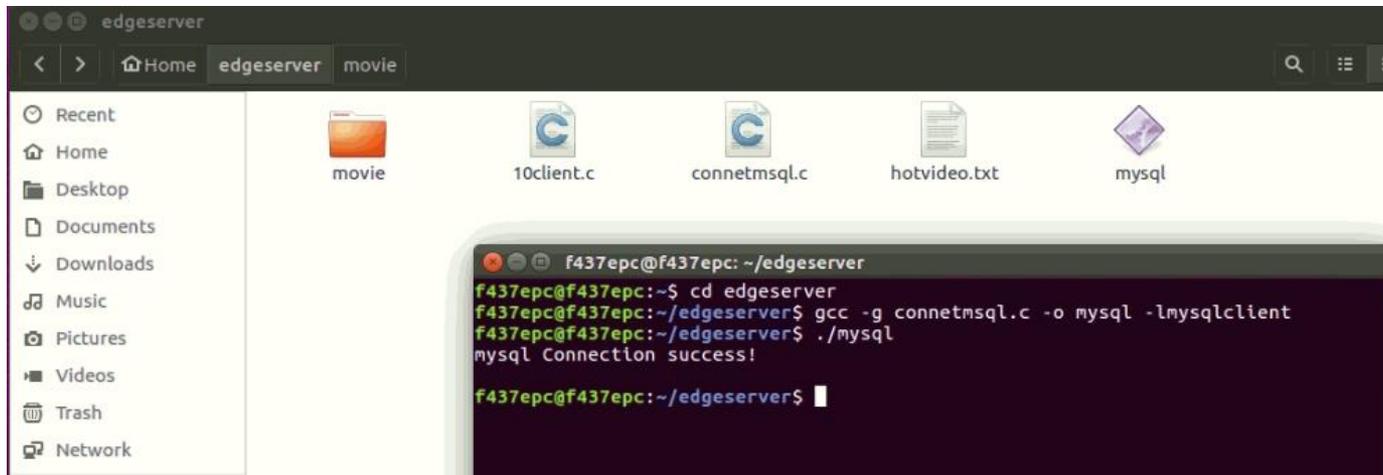
# 修改 connetmysql.c 程式碼

- 將mysql\_real\_connect函式
- 更改IP、使用者、密碼，對應資料庫遠端的設定

```
//進行實際連線
//引數 conn連線控制代碼, host mysql所在的主機或地址, user使用者名稱, passwd密碼, database_name資料庫名, 後面的都是預設
conn = mysql_real_connect(conn, "163.18.104.126", "root", "rootf437", "hotvideo", 0, NULL, 0);
if (conn) {
//printf("mysql Connection success!\n");
} else {
printf("Connection failed!\n");
}
```

# 編譯 connetmysql.c

- 編譯connetmysql.c，並產生mysql執行檔
- 在終端機輸入
- `gcc -g connetmysql.c -o mysql -lmysqlclient`
- 執行./mysql時出現mysql Connection success!，代表成功  
※要開啟Web Server才能成功連線



The screenshot shows a terminal window titled 'edgeserver' with a file manager interface in the background. The file manager displays a directory containing 'movie', '10client.c', 'connetmysql.c', 'hotvideo.txt', and 'mysql'. The terminal window shows the following commands and output:

```
f437epc@f437epc: ~/edgeserver
f437epc@f437epc:~$ cd edgeserver
f437epc@f437epc:~/edgeserver$ gcc -g connetmysql.c -o mysql -lmysqlclient
f437epc@f437epc:~/edgeserver$ ./mysql
mysql Connection success!
f437epc@f437epc:~/edgeserver$
```

# 修改 10client.c 程式碼 (1)

- 將46行和174的IP更改成Cloud Server IP

```
42  
43 // Filling server information  
44 servaddr.sin_family = AF_INET;  
45 servaddr.sin_port = htons(PORT);  
46 servaddr.sin_addr.s_addr = inet_addr("163.18.104.142");  
47
```

```
172 bzero(&addr, sizeof(addr));  
173 addr.sin_family = AF_INET;  
174 addr.sin_addr.s_addr = inet_addr("163.18.104.142");  
175 addr.sin_port = htons(8181);  
176 len = sizeof(addr);  
177
```

# 修改 10client.c 程式碼 (2)

- 更改成自己的mysql執行檔的路徑

```
83     unsigned short data_offset=0,num_of_movie=0,count=0;//16bits
84     //-----check movie-----
85     system("/home/f437epc/edgeserver/mysql");
86     fpr=fopen("hotvideo.txt","r");
87     for(int i=0;i<4;i++) {
88         fscanf(fpr,"%d",&input);
89         choose_buf[i]=input;
90     }
```

# 修改 10client.c 程式碼 (3)

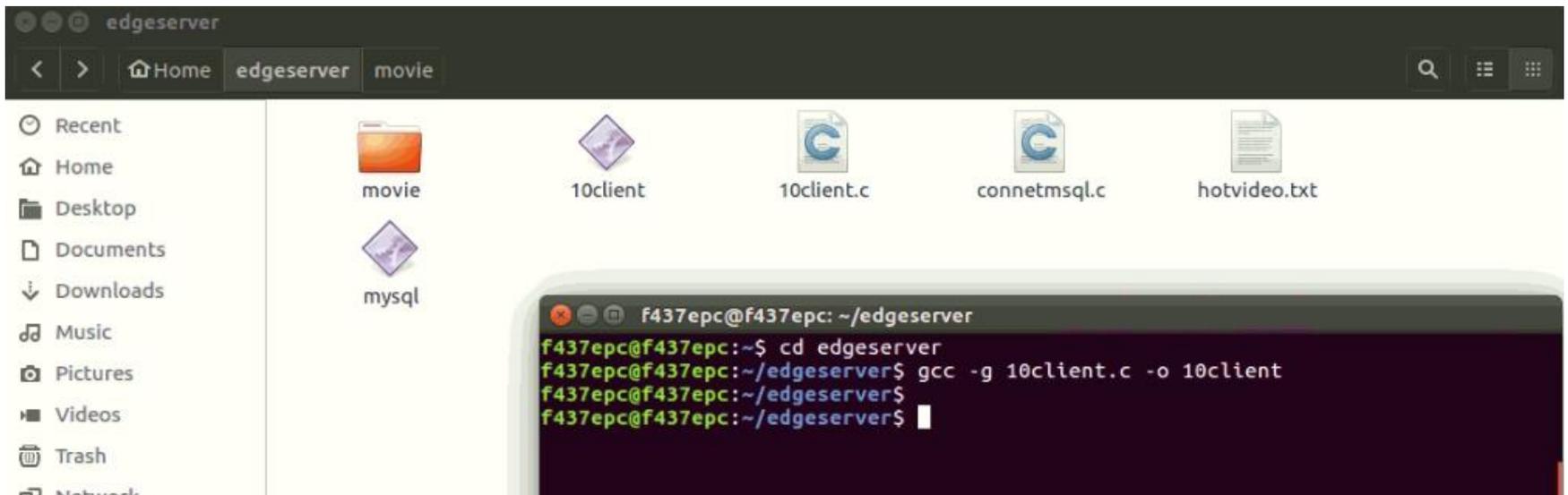
- 修改路徑，將影片移動到movie資料夾

```
216     if (i == s + 1)
217     {
218         printf(".....\n");
219         commd_end(addr, end); //need ot create new function
220         if(reply_buf[0] != 0) { //move to darwin server
221             //system("sudo cp /home/f437epc/edgeserver/*.mp4 /usr/local/movies/");
222             system("mv /home/f437epc/edgeserver/*.mp4 /home/f437epc/edgeserver/movie/");
223         }
224     }
```

# 編譯 10client.c

在終端機輸入

- `gcc -g 10client.c -o 10client`



# Outline

- 實驗目的及實驗內容
- 實驗環境
- 平台安裝需求
- Cloud與Edge伺服器的通訊協定
- Cloud、Edge程式碼修改
- VoD Streaming資料串流實驗執行
- 附錄

# OAI運行(啟動EPC程式)

在終端機輸入

- `cd ~/openair-cn/scripts`
- `./run_hss`

開啟一個新的終端機，並且輸入

- `cd ~/openair-cn/scripts`
- `./run_mme`

開啟一個新的終端機，並且輸入

- `cd ~/openair-cn/scripts`
- `./run_spgw`

# OAI運行(啟動eNB程式)

到eNB的電腦上，在終端機輸入

- `$ cd ~/openairinterface5g/cmake_targets/lte_build_oai/build`
- `$ sudo -E ./lte-softmodem -O ~/openairinterface5g/targets/PROJECTS/GENERIC-LTE-EPC/CONF/enb.band7.tm1.usrpb210.conf -d`

# UE註冊

到網頁上輸入192.168.8.1，並開啟LTE網路

192.168.8.1/html/mobilenetworksettings.html

uTube

ore you can access the Internet.

繁體中文 (台灣)

主螢幕 | 統計資訊 | 簡訊 | 更新 | 設定

撥號

移動連接

Profile 管理

→ 網路設定

進階設定

系統

### 網路設定

**網路**

支援 LTE 網路:  開

網路搜索

模式: 自動

應用

UE註冊成功後

# Web Server 開啟

- 將Wampserver64程式開啟
- 進入網頁查看是否開啟
- 輸入：163.18.104.126/wp



wp — videotest

## 電影目錄(cloud)

## 前四部熱門影片

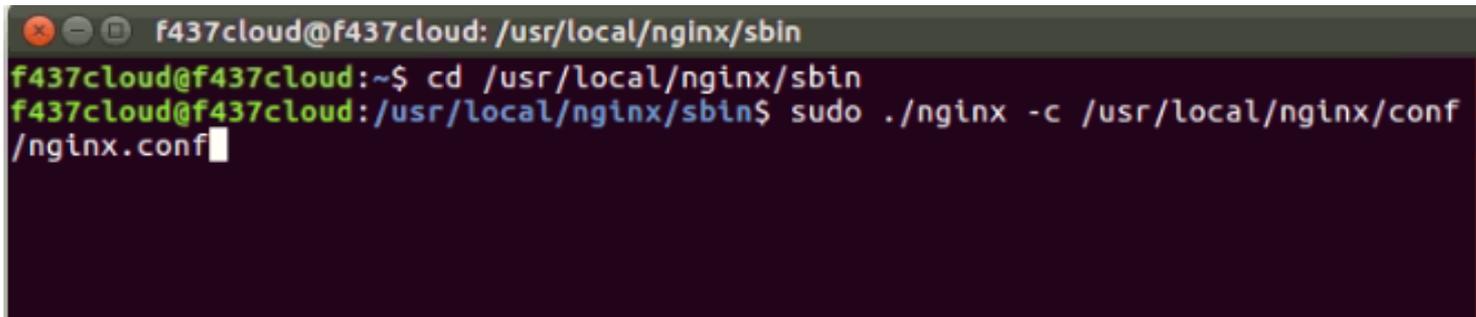


## 電影目錄(edge)



# 開啟 Cloud Server 串流

- Cloud Server 開啟影片串流伺服器
- 在終端機輸入
- `cd /usr/local/nginx/sbin`
- `sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf`

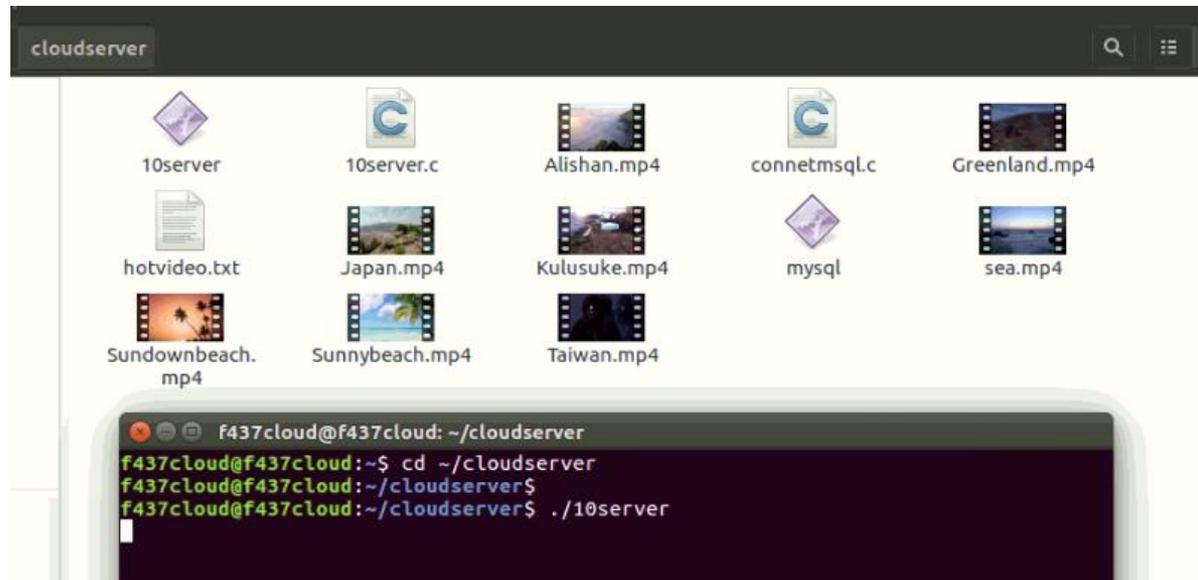


```
f437cloud@f437cloud: /usr/local/nginx/sbin
f437cloud@f437cloud:~$ cd /usr/local/nginx/sbin
f437cloud@f437cloud:/usr/local/nginx/sbin$ sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf
```

# 開啟 Cloud Server 程式

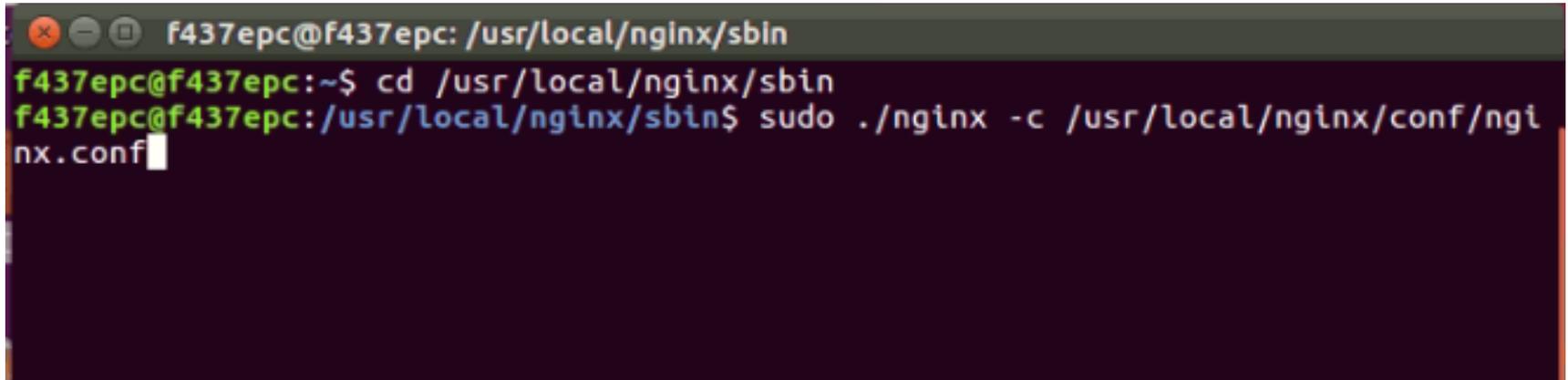
在終端機輸入

- `cd ~/cloudserver`
- `./10server`
- 等待EdgeServer連接



# 開啟Edge Server串流

- Edge Server開啟影片串流伺服器
- 在終端機輸入
- `cd /usr/local/nginx/sbin`
- `sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf`

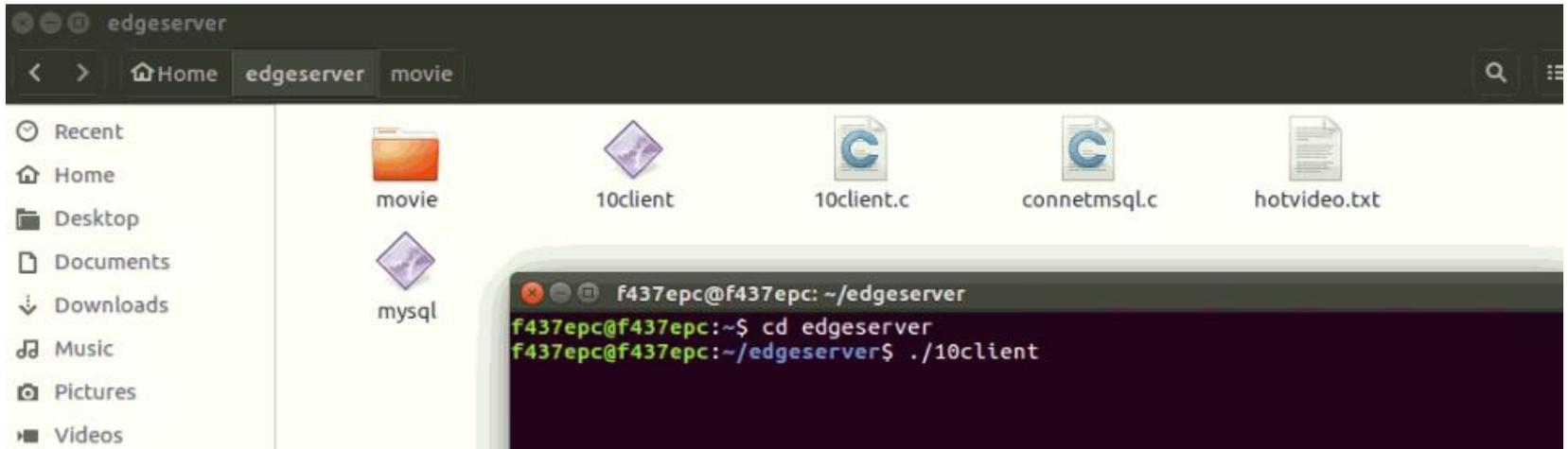


```
f437epc@f437epc: /usr/local/nginx/sbin
f437epc@f437epc:~$ cd /usr/local/nginx/sbin
f437epc@f437epc:/usr/local/nginx/sbin$ sudo ./nginx -c /usr/local/nginx/conf/nginx.conf
```

# 開啟Edge Server程式

在終端機輸入

- `cd ~/edgeserver`
- `./10client`



# Edge Server畫面

- Edge Server跟Cloud Server要求取得前四部熱門影片

```
f437epc@f437epc: ~/edgeserver
f437epc@f437epc:~$ cd edgeserver
f437epc@f437epc:~/edgeserver$ ./10client
First request movies.
Server reply :total movie size = 66412 kB
Server reply movie NO.23
Server reply movie NO.29
Server reply movie NO.57
Server reply movie NO.45
ftp>edge[ get 23 ]
ftp>edge[ get 29 ]
ftp>edge[ get 57 ]
ftp>edge[ get 45 ]
-----
after 10 second
mysql Connection success!

edge have had same movies
-----
```

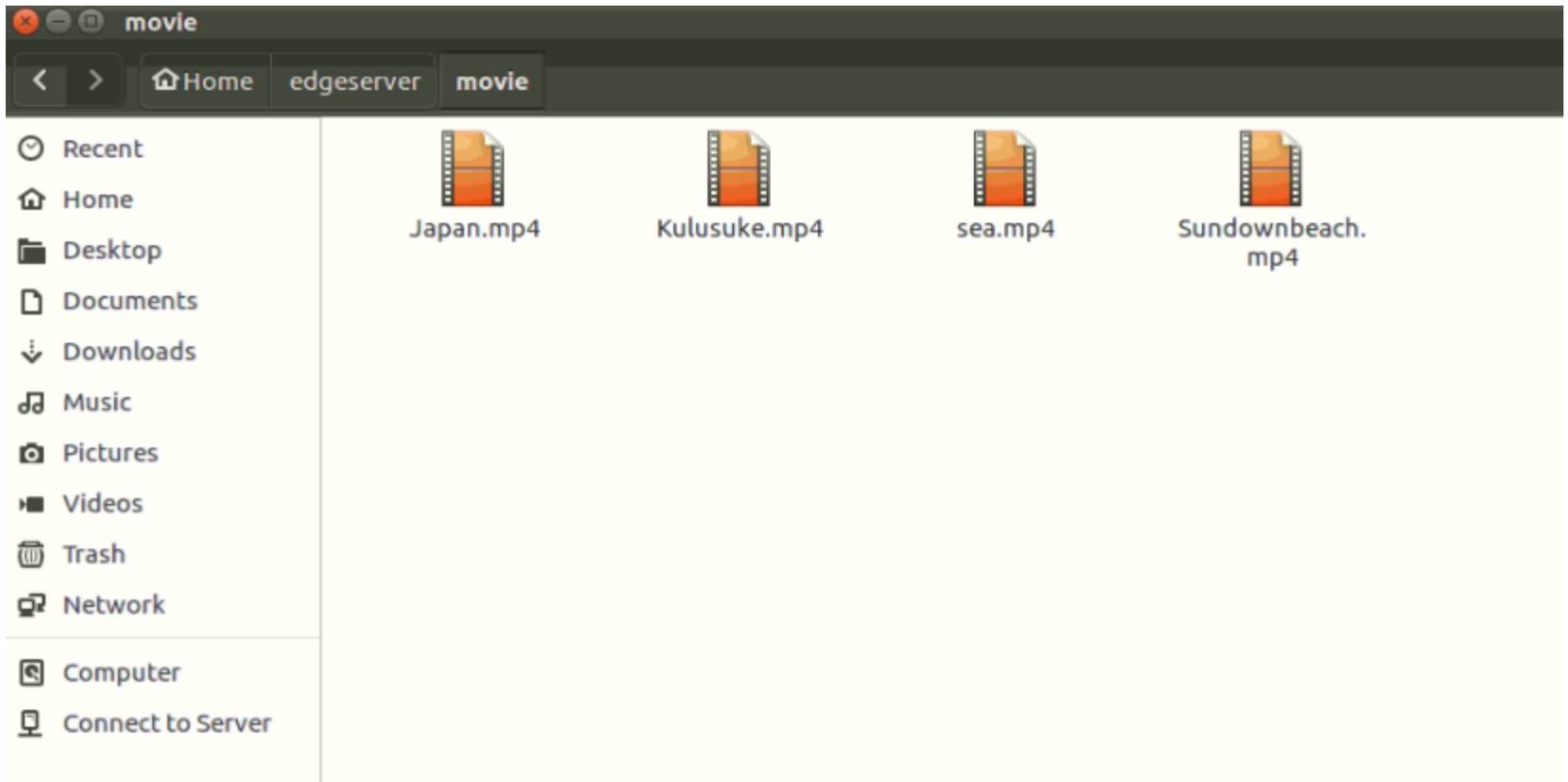
# Cloud Server畫面

- Cloud Server正在將熱門影片傳送影片給Edge Server

```
f437cloud@f437cloud: ~/cloudserver
f437cloud@f437cloud:~$ cd cloudserver
f437cloud@f437cloud:~/cloudserver$ ./10server
Connection mysql success!
edge server request 4 movies
send reply.
cloud_ftp>recvd [ get 23 ]
get filename : [ Sundownbeach.mp4 ]
cloud_ftp>recvd [ get 29 ]
get filename : [ sea.mp4 ]
cloud_ftp>recvd [ get 57 ]
get filename : [ Kulusuke.mp4 ]
cloud_ftp>recvd [ get 45 ]
get filename : [ Japan.mp4 ]
cloud_ftp>recvd [ end ]
-----
--
Connection mysql success!
edge server request 0 movies
send reply.
cloud_ftp>recvd [ end ]
-----
--
```

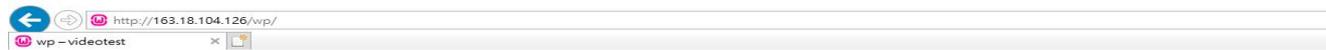
# Edge Server 取得熱門影片

- Edge Server 取得熱門影片



# UE端觀看影片(1)

- UE端 開啟IE，輸入網址：163.18.104.126/wp
- 可觀看Edge Server和Cloud Server的影片



wp — videotest

## 電影目錄(cloud)

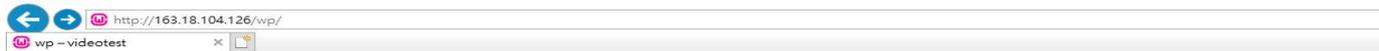


## 電影目錄(edge)



# UE端觀看影片(2)

- 點擊觀看台灣影片，讓它變成熱門影片



wp — videotest

## 電影目錄(cloud)



## 電影目錄(edge)



# UE端觀看影片(3)

- Cloud Server會把台灣影片傳送給Edge Server

```
f437cloud@f437cloud: ~/cloudserver
cloud_ftp>recvd [ end ]
-----
-
Connection mysql success!
edge server request 0 movies
send reply.
cloud_ftp>recvd [ end ]
-----
-
Connection mysql success!
edge server request 1 movies
send reply.
cloud_ftp>recvd [ get 51 ]
get filename : [ Taiwan.mp4 ]
cloud_ftp>recvd [ end ]
-----
-

```

# UE端觀看影片(4)

- Edge Server接收影片

```
f437epc@f437epc: ~/edgeserver

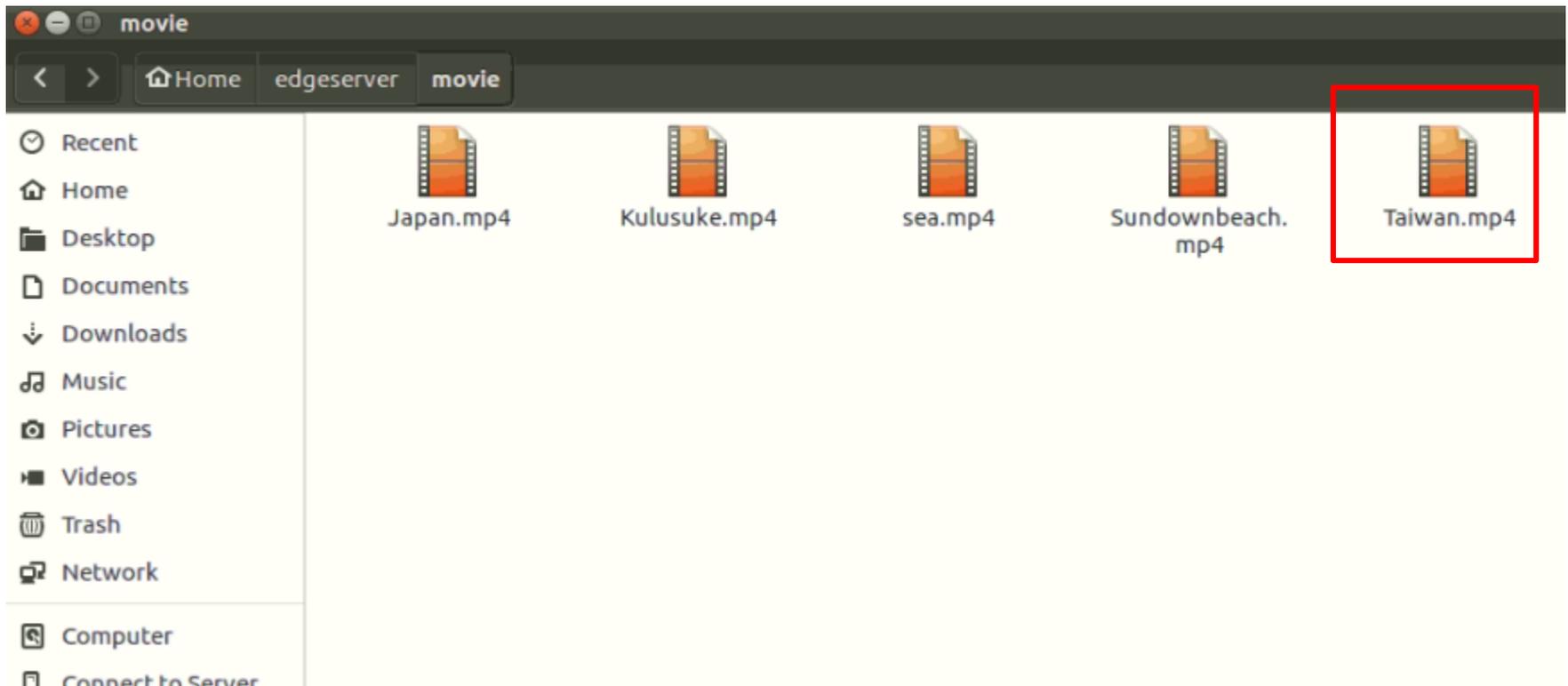
edge have had same movies
-----
after 10 second
mysql Connection success!

edge have had same movies
-----
after 10 second
mysql Connection success!

Server reply :total movie size = 12967 kB
Server reply movie NO.51
ftp>edge[ get 51 ]
-----
```

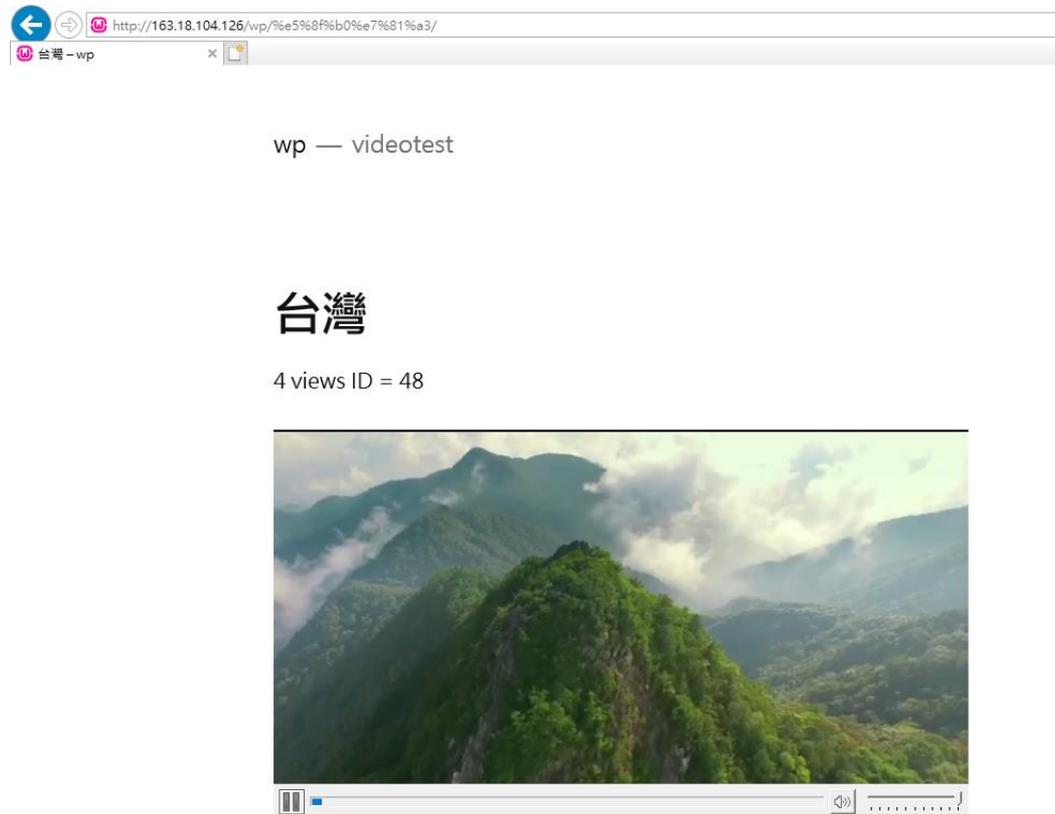
# UE端觀看影片(5)

- Edge Server影片存放資料夾



# UE端觀看影片(6)

- Edge Server的台灣影片觀賞

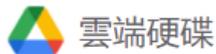


# Outline

- 實驗目的及實驗內容
- 實驗環境
- 平台安裝需求
- Cloud與Edge伺服器的通訊協定
- Cloud、Edge程式碼修改
- VoD Streaming資料串流實驗執行
- 附錄

# 程式碼下載處

- Web Server、Cloud Server與Edge Server下載處
- 網址：<https://drive.google.com/drive/folders/1RJ7cxJgYCAKW158kR-qxVLkhW8TsXNiM?usp=sharing>



MEC\_實驗二\_程式碼

檔案

